

Háľkotvorná háďátka

Meloidogyne chitwoodi

(Golden, O'Bannon, Santo & Finley, 1980)

a *Meloidogyne fallax* (Karszen, 1996)

Úvod a taxonomické zařazení

Kromě cystotvorných háďátek *Globodera pallida* a *G. rostochiensis* jsou brambory napadány i dalšími velmi významnými, poměrně nedávno popsány druhy fytoparazitických hlístic, háľkotvornými háďátky *Meloidogyne chitwoodi* a *Meloidogyne fallax*. Oba tyto druhy patří podle vyhlášky



Foto 1: Larva (J2) *Meloidogyne chitwoodi* – hlavová část

Ministerstva zemědělství č. 215/2008 Sb. mezi škodlivé organismy, které je zakázáno zavlékat do České republiky a šířit je v tomto území.

Taxonomicky jsou řazeny do říše *Animalia* – živočichové, kmene *Nematoda* – hlístice, třídy *Secernentea*, řádu *Tylenchida*, čeledi *Meloidogynidae*.

Meloidogyne chitwoodi

První záznam o tomto druhu pochází z roku 1974 z Aberdeenu, Idaho, USA, kde bylo nalezeno háďátko na bramboru (*Solanum tuberosum* L.) a následně bylo zjištěno na velké části hlavních bramborářských pěstebních oblastí v severozápadním Pacifiku a popsáno jako *M. chitwoodi*



Foto 2: Larva (J2) *Meloidogyne chitwoodi* – ocas

(Golden, O'Bannon, Santo & Finley et al., 1980). Ve stejném roce bylo ve státě Oregon zjištěno na pšenici a kukuřici, což znamenalo velký problém v osevním postupu, kde jsou tyto tři zmíněné plodiny často střídány. V Evropě byl tento druh poprvé zjištěn v r. 1992 v Nizozemí.

V současné době se kromě USA *M. chitwoodi* vyskytuje i v Mexiku, Jihoafrické republice a Argentině. V Evropě, kde je tento druh zařazen mezi regulované škodlivé organismy a je uveden na seznamu regulovaných škodlivých organismů A2 organizace EPPO, byl jeho výskyt doposud oficiálně potvrzen v Belgii, Nizozemí, Německu a Portugalsku.

Okruh hostitelských rostlin

Meloidogyne chitwoodi je polyfágní druh, napadající široké spektrum jedno a dvouděložných rost-

lin. Velmi dobré hostitelské rostliny jsou brambory a rajčata, vojtěška (rasa 2) a mrkev (rasa 1) (foto 12). Středně dobrými hostiteli jsou ječmen, kukuřice, oves, cukrová řepa, pšenice a různé druhy z čeledi lipnicovitých. Horšími až špatnými hostitelskými rostlinami jsou zástupci čeledi Brassicaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Liliaceae, Umbelliferae a Vitaceae. Papriku setou (*Capsicum annuum*) a tabák (*Nicotiana tabacum* a *N. rustica*) druh *M. chitwoodi* nenapadá.

Bionomie a biologie

Bionomie, biologie a mechanismus vzniku symptomů jsou u všech zástupců rodu *Meloidogyne* velmi podobné. Embryonální vývoj trvá 82–84 dnů při 10 °C a 21 dnů při 20 °C. Jako u většiny hlístic i u *M. chitwoodi* je délka vývoje ovlivněná a závislá na teplotě prostředí. Bylo zjištěno,

že se tento druh dokáže adaptovat na nižší teploty, než u nás rozšířený druh *M. hapla*. Zimu přečkává ve stadiu vajíček nebo larev, které jsou schopny přežít delší období mrazů. Vývoj *M. chitwoodi* začíná při půdní teplotě nad 5 °C. (Pro srovnání *M. hapla* nezačíná svůj vývoj při půdní teplotě pod 10 °C a jeho teplotní optimum je 25–30 °C, zatímco u *M. chitwoodi* je toto optimum 20–25 °C.) Larvy



Foto 3: Dospělé kladoucí samice *Meloidogyne chitwoodi* a vaječné vaky (žluté kupičky)

druhého vývojového stadia (foto 1, 2) se při jarním oteplení půdy líhnou z vajíček, opouštějí rosolovitý vaječný vak (foto 3, 5) a vyhledávají hostitele. Larvy budoucích samiček ztrácejí postupně svůj červovitý vzhled a jejich tělo postupně zduřuje (foto 4), až zaujme kulovitě-hruškovitý tvar (foto 5). Velikost samičky je kolem 0,6 mm, barva je bílá. Samci jsou typicky červovitého tvaru, délky kolem 1 mm. V populacích se samci sice vyskytují, ale obecně se udává, že druh *M. chitwoodi* podobně jako většina druhů rodu *Meloidogyne* se běžně rozmnožuje partenogeneticky, tedy bez přítomnosti samců. V oblasti severozápadního Pacifiku dosahuje počet generací 3–5 do roka (u druhu *M. hapla* jen 1–3). Háďátko je schopné žít v poměrně značných hloubkách (larvy druhého vývojového stadia byly zjištěny v hloubce až 1,5 m), což značně ztěžuje nejen průzkum, ale také snižuje účinnost ochranných opatření.

Situaci komplikuje i existence dvou ras háďátka, lišících se okruhem hostitelských rostlin. Rasa 2 se na rozdíl od rasy 1 vyvíjí na vojtěšce, ale ne na karotce. Odborníci přepokládají vznik nových

ras, pokud bude háďátko vystaveno selekčnímu tlaku, vyvolanému používáním rezistentních druhů a odrůd.

Příznaky napadení – symptomy

Míra vyvinutí symptomů u rostlin napadených druhem *M. chitwoodi* závisí na druhu hostitelské rostliny, popř. odrůdě a stupni rezistence, nebo tolerance vůči patogenu, populační hustotě druhu, typu a druhu půdy a půdních podmínkách – teplotě, vlhkosti apod. Na nadzemních částech rostlin se napadení tímto druhem shoduje s projevy při napadení ostatními druhy tohoto rodu – z důvodu poklesu turgoru – nedostatečného přísunu vody a živin rostlina chřadne a vadne. Hlavní symptomy – háľky se vytvářejí na podzemních částech rostlin a povětšinou jsou velmi podobné háľkám ostatních druhů háľkotvorných háďátek (foto 6). Háľky vzniklé na hlízách bramboru nebo kořenu mrkve se však mezi sebou liší dle druhu háďátka. Např. *M. hapla* tvoří malé, avšak vždy dobře patrné háľky (společně s boční kořenovou proliferací z háľky – na kořenech, foto 7), *M. incognita* tvoří vždy velké, dobře viditelné háľky bez kořenové proliferace. Symptomy vyvolané druhem *M. chitwoodi* na hlízách bramboru jsou často povrchovou vizuální kontrolou pod prahem zjistitelnosti a časté jsou i případy napadených hlíz a kořenů bramboru bez háľek



Foto 4: Samice druhu *M. chitwoodi* uvnitř kořene s vystupující koncovou částí těla vně s vaječným vakem (žlutooranžová kupička)

(foto 8). Ačkoli je háďátko *M. chitwoodi* aktivní již při teplotách pod 10 °C, nevytváří háľky na hlízách, pokud teplota půdy nepřesáhne 20 °C. Vzniklé háľky na povrchu hlíz se podobají malým vyvýšeným zduřeninám (foto 9). Rozložení háľek na hlíze může být velmi nerovnoměrné – od nahloučení velkého počtu v jedné části hlízy až po poskytnutí několika malých háľek v okolí oček. Pletivo pod pokožkou v okolí přisedlé samice je zahnědlé, nekrotické. Napadená hlíza zbarvená slupky je hnědě pihovatá (foto 8). Největší podíl háďátek (96 %) se nachází v povrchové části hlízy do hloubky 5,25 mm. Asi polovina z nich se nachází v hloubce mezi 1,75–3,50 mm. Kořeny bramboru bývají také napadány, avšak háľky se vytvářejí velmi malé nebo žádné a detekce přítomnosti hlístic může být v polních podmínkách



Foto 5: Samice druhu *M. chitwoodi*

(foto 8). Ačkoli je háďátko *M. chitwoodi* aktivní již při teplotách pod 10 °C, nevytváří háľky na hlízách, pokud teplota půdy nepřesáhne 20 °C. Vzniklé háľky na povrchu hlíz se podobají malým vyvýšeným zduřeninám (foto 9). Rozložení háľek na hlíze může být velmi nerovnoměrné – od nahloučení velkého počtu v jedné části hlízy až po poskytnutí několika malých háľek v okolí oček. Pletivo pod pokožkou v okolí přisedlé samice je zahnědlé, nekrotické. Napadená hlíza zbarvená slupky je hnědě pihovatá (foto 8). Největší podíl háďátek (96 %) se nachází v povrchové části hlízy do hloubky 5,25 mm. Asi polovina z nich se nachází v hloubce mezi 1,75–3,50 mm. Kořeny bramboru bývají také napadány, avšak háľky se vytvářejí velmi malé nebo žádné a detekce přítomnosti hlístic může být v polních podmínkách



Foto 6: Háčky druhu způsobené druhem *M. chitwoodi* na kořenech rajčete

značně problematická. Vývin hálek je velmi variabilní např. i u obilovin. Lépe vytvořené a viditelné jsou na kořenech pšenice a ova než na ječmeni nebo kukuřici. Na rajčatech (foto 6) druh *M. chitwoodi* tvoří háčky jen u některých kultivarů.

Zjišťování přítomnosti háďátka se provádí buď vizuálně (prohlídkou kořenů, hlíz, cibulí) nebo odběrem a extrakcí vzorků. Samičky se z rostlinných pletiv separují přímo, samečkové a larvy se získávají hlavně extrakcí z půdy. Při prohlídkách porostu nebo hlíz nemusí být symptomy napadení vůbec zjevné a při jakémkoli podezření na napadení by měl být odebrán vzorek a poslán na laboratorní diagnostický rozbor. Determinace

pomocí určovacích klíčů sestavených na základě morfometrických charakteristik háďátek není snadná (foto 10) a může ji provádět jen zkušený pracovník. Pro zcela bezpečné potvrzení druhu je v současné době samozřejmostí ověření diagnózy druhou, nezávislou metodou (molekulární diagnostika ad.).

Šíření

M. chitwoodi jako sedentární endoparazitické háďátko má velmi omezené možnosti vlastního aktivního šíření. Šířit se aktivně mohou pouze infekční larvy druhého stadia (a samci). Podobně jako bylo zjištěno i u mnohých jiných druhů hlístic, jedná se celkově jen o desítky centimetrů. Hlavním způsobem šíření je pasivní přenos kontaminovanou půdou nebo závlahovou vodou a rostlinným materiálem. Svou roli může hrát i přenos vajíček a J2 larev spolu s drobnými půdními částicemi při větrné erozi. Infekční larvy (J2) mohou přežívat více než rok bez přítomnosti hostitelské rostliny a díky širokému spektru hostitelských rostlin mohou dokončovat vývojový cyklus nepovšimnuté na různých druzích plevelů a čekat na lepšího hostitele. Jediněná je technologie ochrany vajíček v rosolovitém vaku, do které-



Foto 7: Háčky s boční proliferací kořenů druhu *M. hapla* na kořenech mrkve

vajíčka s velmi dobrou odolností proti vyschnutí a zevnímu narušení díky odolným vaječným obalům. V rosolovitém vaku vzniká směs vývojových stadií vajíček s embryem vyvíjejícím se v larvu prvního stadia (J1) a vajíček s larvou prvního stadia ihned se svlékající do infekční larvy (J2), která opouští vak, jakmile to okolní podmínky dovolí, a vyhledává hostitelskou rostlinu. Vajíčka s vyvíjejícím se embryem do J1 jsou mnohem odolnější vůči měnícím se podmínkám prostředí než vajíčka s vyvinutou J1 – J2 larvou. Druhým faktorem vstupujícím do hry a napomáhajícím přežití nehostinné podmínky (absence hostitelské rostliny, sucho, přemokření spojené s nedostatkem kyslíku v půdě apod.) je jev v zahraniční literatuře nazvaný „tardicultus“ neboli zpožděné dozrávání (někdy se lze setkat v tomto případě s nepřilíh přesným termínem „diapauza“). Na rozdíl od dále uvedeného druhu *M. fallax* se počet vajíček kladených samicí do vaječného vaku snižuje se stářím hostitelské rostliny nebo s koncem vegetačního období rostliny a zvyšuje se počet J2 larev ve stavu zabrzdě-



Foto 8: Řez dužninou nepříznakové hlízy bramboru s jasně viditelnými nekrotickými lézemi – „pihovatosti“ okolo samic háďátka *M. chitwoodi*



Foto 9: Hlíza bramboru s pěkně vyvinutými háčkami *M. chitwoodi*

Ekonomický význam

M. chitwoodi je prototypem patogena s předpoklady celosvětového rozšíření a infestace oblastí pěstování významných zemědělských komodit, zvláště bramboru. Jen v USA jsou předpokládané roční ztráty v bramborářských pěstebních oblastech vypočítány průměrně na 40 milionů dolarů, pokud by nebyla aplikována ochranná opatření, jakými je použití účinných nematocidů (1,3-dichlorpropen, metylbromid na výjimku). Používání těchto nematocidů je v EU z hygienických a ekologických důvodů omezeno na minimum (aplikace bývá povolena též pouze na zvláštní výjimku). V oblasti mírného pásma je druh *M. chitwoodi* považován za daleko nebezpečnější a agresivnější než *M. hapla*. Jeho práh ekonomické škodlivosti jsou pouze 2 jedinci/500 cm³

půdy, zatímco u druhu *M. hapla* je to 100 jedinců na 500 cm³. Navíc jsou-li např. hlízy pěstovány ke zpracování na hranolky, mohou být zahnědlá místa (v oblasti sání háďátek ve vodivých pletivech) důvodem k jejich odmítání zákazníky.

Ochrana

Jelikož chemická ochrana je značně problematická a odrůdy brambor rezistentní vůči háďátku *M. chitwoodi* dosud nejsou k dispozici, zůstává základem ochrany pozemků důsledné uplatňování prvků fyto-sanitární prevence (zejména používání kvalitní uznané sadby a osiva), využívání osevních postupů ad. Významné je provádění kontrol dováženého rostlinného materiálu. Jak druh *M. chitwoodi*, tak i dále uvedený druh *M. fallax*, jsou v EU a v ČR zařazeny do seznamu regulovaných škodlivých organismů, které se vyskytují v EU, jsou závažné pro celou EU a jejich zavlečení a rozšiřování na území EU je zakázáno.

Meloidogyne fallax Karssen, 1996

Druh *M. fallax* je morfologicky velmi podobný háďátku *M. chitwoodi* (dospělci mají delší stylet a juvenilní stadia delší ocas a jeho hyalinní část). Poprvé byl tento druh popsán v polních podmínkách na rostlině *Scorzonera hispanica* L. (hadí mord španělský) a byl původně identifikován v roce 1992 v Nizozemí jako zvláštní populace *M. chitwoodi*, lišící se afinitou k některým hostitelským rostlinám. Na základě morfologických a morfometrických odlišností a výsledků isozymové elektroforézy byla nakonec tato „4. rasa *M. chitwoodi*“ popsána jako nový druh – *M. fallax*. Krátce po prvním výskytu byl tento druh zjištěn i na dalších bramborových polích v jižním a jihovýchodním Nizozemí. Výskyty byly dále zaznamenány ve fóliovnících v Německu, Belgii a Francii, ve světě pak v jihovýchodní Austrálii, Novém Zélandu a Jihoafrické republice. Obecně se v mnoha vlastnostech, znacích, biologii, bionomii a hostitelském spektru, symptomech, míře patogenity, karanténním statusu a ekonomické závažnosti podobá *M. chitwoodi*, s kterýmžto druhem se v Nizozemí vyskytuje ve smíšených populacích. Kromě *S. hispanica* byl ten-



Foto 11: Mrkev napadená druhem *M. chitwoodi*



Foto 10: Perineal pattern samice *M. chitwoodi* – základní morfologické znaky pro mikroskopickou diagnostiku

to druh zjištěn pouze na *Solanum tuberosum*. Při skleníkových zkouškách se velmi dobře vyvíjel na mrkvi (foto 12) a rajčeti a biologické testy prokazují, že může parazitovat na širokém spektru dvouděložných a jednoděložných rostlin, zahrnujícím i zemědělsky významné plodiny (mrkev, černý kořen, rajče). Kukuřice, fazol, *Potentilla fruticosa*, *Valeriana officinalis* a *Erica cinerea* jsou na rozdíl od druhu *M. chitwoodi* pro *M. fallax* špatní hostitelé, druhy *Phacelia tanacetifolia* (svazinka), *Dicentra spectabilis* (srdcovka nádherná) a *Oenothera erythrosepala* hostitelé dobří.



Foto 12: Mrkev napadená druhem *M. fallax*

Závěr

Díky širokému spektru hostitelských rostlin a dobré adaptaci k nízkým teplotám představují obě háďátka zejména pro mírné pásmo Evropy (a tudíž i ČR) vážné nebezpečí. Fakt, že se těmito druhy kromě přírodních legislativních opatření zabývá řada pracovišť národních organizací ochrany rostlin i výzkumných týmů, dává naději, že se tato hrozba nestane brzkou skutečností.

Text:

Seznam použité literatury je uložen u autorů.

Text a foto 1–7, 10 Václav Čermák, Vladimír Gaar

Foto 8: Oregon State University – Extension plant pathology slide collection

Foto 9, 11–12: PPS Nizozemí

Vydalo:

Ministerstvo zemědělství ČR

ve spolupráci se Státní rostlinolékařskou správou

Těšnov 17, 117 05 Praha I

<http://www.eagri.cz>, e-mail: info@mze.cz

<http://www.srs.cz>, e-mail: sekretariat@srs.cz

Praha 2010